三好教夫*: 光学および電子顕微鏡による蘚類胞子の観察 (2) ヒカリゴケとヒジキゴケの胞子について**

Norio MIYOSHI*: Light- and electron-microscopic studies of spores in the Musci (2). Spores of *Schistostega pennata* and *Hedwigia ciliata***

(Pls. XXII～XXIII)

Schistostega pennata (ヒカリゴケ) は 1 科 1 属 1 種の特異な蘚類で洞くつとか岩穴の特殊な環境に生育し，原糸体が入射光を反射してもえぎ色に光るため「光るコケ」として有名である。このように珍しい種類なので，分類学的研究はもちろんのこと，環境要因と関連した生理学的，生態学的研究や，胞子発芽の研究がなされている (Toda 1918, Gaisberg & Finckh 1925, Gistal 1926, Nehira 1967 など)。本種の胞子の形態については，Erdtman (1957, 1965) が optical section, LO-patterns ならびに 4000 倍に拡大した exine の構造を図示し，記載している。*Hedwigia ciliata* (ヒジキゴケ) は日当りのよい岩上に生育する蘚類で，地球上に広く分布している。本種の胞子は向心極面に明瞭な trilete の裂孔をもち，Bryidae (マゴケ亜綱) の中で trilete の胞子をもつ数少ない種類の一つである。胞子の形態を主体とした研究としては，Erdtman (1957, 1965) が向心極面像と赤道観像および LO-patterns を図示し，記載している。また三好 (1962) は遠心極面の光学顕微鏡写真像を報告している。これら両種とも胞子の電子顕微鏡による観察は本報が最初である。観察に使った試料は下記のとおり採集されたものである。

Schistostega pennata (Hedw.) Hook et Tayl.: 長野県，志賀高原，大沼池—横湯川，(1700 m), Aug. 28, 1965, 根平邦人。

Hedwigia ciliata (Hedw.) P. Beauv.: 山口県玖珂郡美川町根笠 (100 m), May, 3, 1963, 三好教夫；新見市，満奇洞 (300 m), Apr. 26, 1968, 三好教夫。

レプリカ試料の作成と直接撮影の方法および胞子の大きさの測定方法はすべて第 1 報 (三好 1969) と同様である。

観察結果

1. *Schistostega pennata* 胞子の極観像としては卵形～だ円形 (図 1. a-d) と三角形と円形 (図 1. e, g) の両方が観察されたが，前者の方が多い。大きさは，前者が

---

* 岡山理科大学生物学教室. Department of Biology, Okayama College of Science, Shuku, Okayama.

** (1) Hikobia 5: 172-177 (1969).

10–12.5 μ (短径)×12.5–18 μ (長径)，後者が 10(12.5)15 μ でいずれも小粒グループ (10–25 μ) に属する。向心極面と遠心極面の区別は光学顕微鏡ではむつかしいが，だ円形や円形の裂孔がまれに認められる (図 1. f, g)。Erdtman (1965) は "Spores usually more or less bilateral, cf. katalept." と記載している。胞子膜の厚さは非常に薄くて測定するのがむつかしい。古い胞子では胞子膜が胞子膜内物質 (intine) と分離しているものが多数観察され (図 1. d)，また胞子膜内物質には油滴が時々認められた (図 1. c)。胞子表面の模様は光学顕微鏡では確認することがむつかしいが，Erdtman (1957) は 4000 倍の exine の構造を図示し，表面に微細な模様のあることを明らかにしている (この模様がどのようなものであるかの記載はしていない)。

電子顕微鏡による直接撮影の写真で胞子膜を観察すると，胞子表面は多数の凹んだ穴からなっていることが判る (Pl. XXII. d)。この写真では胞子の周辺部だけでなく中央部にも多数の円穴〜だ円穴がみられるが，これは図 1. d に図示したような，胞子膜内物質が胞子膜から分離して exine の薄い膜だけになった部分を写したので，電子線がよく透過したものである。レプリカ像でも同様に多数の穴からなることが認められた (Pl. XXII. a–c)。この模様は遠心極面はもちろんのこと向心極面にも同程度によく発達していて両面での差はほとんどなかった。ただ向心極面には不規則なだ円形や円形の裂孔があり，この中は凹状になっているためレプリカができないことが多いが，まれにレプリカできたものでみると不規則な穴状か網目状のようである (Pl. XXII. b)。この胞子の全表面をおおう多数の穴からなる模様は網目状紋とみなすこともできるが，苔類の Marchantiales (ゼニゴケ目) やシダ植物の多くの胞子にみられる perine からなる網目状紋とはかなり異なっているので，Erdtman (1952) が *Salsola tragus* (アカザ科) の花粉の模様を例として作った polyforate (多穴状) の方が妥当と思われる。穴の直径はレプリカ写真から測定すると 0.2–0.4 μ のものが多く，0.5 μ

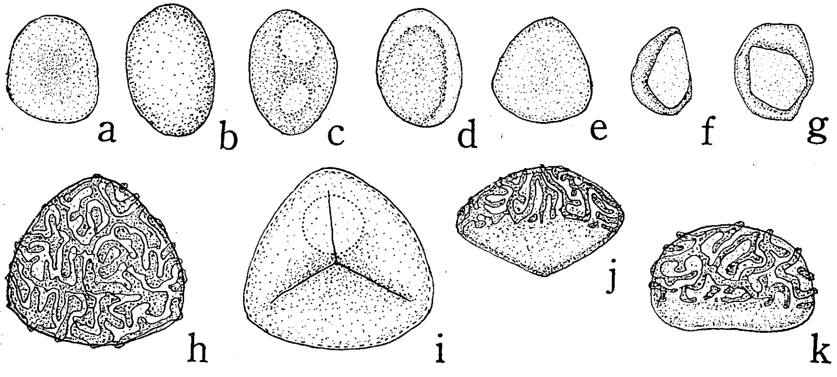


図 1. *Schistostega pennata* (a–e. d.p.v.; f–g. p.p.v.; ×1000). *Hedwigia ciliata* (h. d.p.v.; i. p.p.v.; j–k. e.v.; ×1000).

以上の大きなものも少しある。また穴の深さは直接撮影の写真から推定すると，穴の直径の半分程度と思われる。本種は特殊な環境に育つ珍しい種類なのでよく研究され，数々の特異性が認められているが，胞子の形態については胞子が小さいため表面の模様も十分観察できないので，卵形〜だ円形をした胞子が多いという特徴を除いては，他の Bryidae の胞子とほとんど異なる点が知られていなかった。ところが本報の電子顕微鏡による観察の結果，本種の多穴状紋は現在までのところ他の蘚類のどの種類にも報告されていない特異な模様であることが判った。このことから本種は胞子の形態についても珍しい特徴をもち，本種の数々の特異性にさらに新しい知見を追加したことになる。多穴状紋は苔類の *Frullania* の胞子にも認められるが，この胞子の多穴状紋は穴の中に顆粒やとげ状突起をもち，本種のものとかなり異なっている。

2. *Hedwigia ciliata* 胞子の極観像はまるみをおびた三角形〜円形で，大きさは 18(22)25 μ，赤道観は扇形と半月形〜じん臓形のものが見られ，極軸は 15–18 μ あり，小粒グループ中では比較的大きな胞子である (図 1. h–k)。向心極面には明瞭な trilete の裂孔が見られ，遠心極面との区別も光学顕微鏡で簡単にできる。このように明瞭な trilete の裂孔をもった胞子は，Bryidae の中では本種と *Encalypta* などごくわづかで，trilete の胞子をもつ Sphagnidae (ミズゴケ亜綱)，Andreaidae (クロゴケ亜綱) との関連性について，胞子の形態からみた蘚類の類縁関係を考察する際に重要な意義をもつと思われる。なお本種は Bryidae に所属されているが，その亜綱としては例外的に原糸体が塊状になることが知られており (Noguchi & Mizuno 1959)，葉状または塊状の原糸体を示す Sphagnidae や Andreaidae と共に，発生学的見地から苔類に近縁であるといえる。このことは上記胞子の形態と考えあわせて興味深い。また本種の裂孔には trilete が開いて変形したものがごくまれではあるが観察された。向心極面には trilete の裂孔があるのみで模様はほとんど観察できない。それに対して遠心極面にはよく発達した模様があり，三好 (1962) はこれを線状紋としたが，Erdtman (1965) は "Spores 3-lete (23×33 μ); their distal face provided with low irregular processes or lists." と記載しており，この方が模様をより正しく表現している。この不規則なうね状突起を電子顕微鏡による直接撮影の写真で観察すると突起の上にさらに微細な顆粒状突出物が全面をおおっていることが判る (Pl. XXIII. d)。レプリカ法の写真でも同様なことが知られる (Pl. XXIII. b)。この写真ではうねとうねの間の溝の部分に微細な顆粒状突出物の見られない部分がある。これは溝が凹状のためメチルメタクリレイトが十分溶けこめなかったためで，この溝の中も本来うね状突起の上と同様に微細な突出物があることは Pl. XXIII. d からも確実である。うね状突起の幅は場所によってかなり差はあるが，1 μ 前後ぐらいである。向心極面にはうね状突起は全然なく，trilete の裂孔と，遠心極面にあったと同じ微細な顆粒状突出物が裂孔の中を除いた全面をおおっている (Pl. XXIII. a, c)。前記の *Schistostega*

pennata では向心極面と遠心極面が同じ多穴状紋であったのに対して，本種では，遠心極面にはうね状突起がよく発達しているのに，向心極面にはそれが全然見られない。このような相違の生じる原因として，前者では，胞子の成熟する前にかなり早く胞子のう内で四分子胞子が分離し，分離後向心極面にも模様が形成されるのに対し，後者では四分子胞子の分離が胞子成熟後のため向心極面には模様ができないのではないかと推測しているが，正確なことは今後の研究に待たねば判らない。

参考文献

Erdtman, G. 1952, 1957, 1965. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. I, II, III. Stockholm. Gaisberg, E.V. & Finckh, E. 1925. Zur Biologie von *Schistostega osmundacea*. Flora **120**: 143–175. Gistl, R. 1926. Beziehung zwischen Licht und *Schistostega*-Vorkeim. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **44**: 483–492. Nehira, K. 1967. The germination of spores in Musci. 4. Hikobia **5**: 39–45. Noguchi, A. & Mizuno, T. 1959. Sporelings and regenerants in some mosses. 3. Sporelings in *Hedwigia ciliata* and *Ventwiella sinensis*. Kumamoto Journ. Sci. Ser. B, Sec. 2, **4**: 113–117. Toda, Y. 1918. Physiological studies on *Schistostega osmundacea* (Dicks.) Mohr. Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo **40**(5): 1–30.

Summary

Spores of *Schistostega pennata* (luminous moss) are ovoid (10–12.5 μ× 12.5–18 μ) or spherical [10(12.5)15 μ]. Laesurae, which are rarely observed, are usually irregular-oval and concave. Fine polyforate ornamentation on all over the surface of spore, which cannot be observed by light microscope, is distinctly recognized by electron microscope. The foramina are 0.2–0.4 μ in diameter. The polyforate ornamentation of spores is first discovered with this species in the Musci.

Spores of *Hedwigia ciliata* are rounded-triangular in polar view and fan-shaped or kidney-shaped in equatorial view, 18(22)25 μ in equatorial diameter, and 15–18 μ along the polar axis. Laesurae are trilete. Ornamentation of the proximal polar face of spores is light-microscopically psilete, but by electron microscope fine granulate projections are distinctly recognized on all over the surface except laesurae. On the other hand, the distal polar face is obviously provided with low irregular processes, and furthermore all over the surface including the processes are covered with fine granulate projections.

図 版 説 明

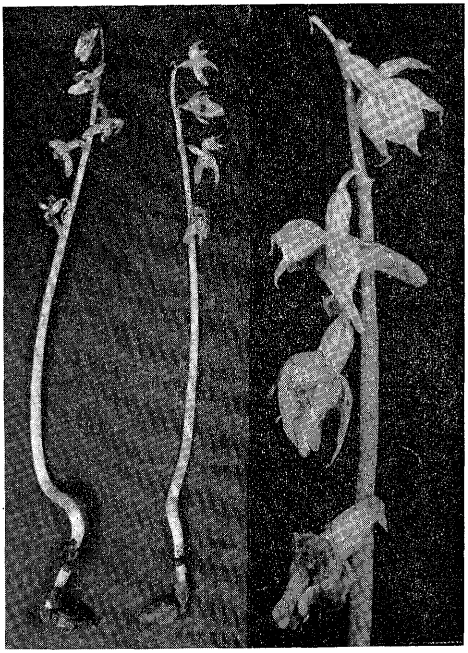
Pl. XXII. *Schistostega pennata* (a-b. ×5700; c. ×11400; d. ×60000).

Pl. XXIII. *Hedwigia ciliata* (a-b. ×2250; c. ×30000; d. ×60000).

○高等植物分布資料 (65) Materials for the distribution of vascular plants in Japan (65)

○アオキラン *Epipogium japonicum*　本年 9 月 29 日，山梨県北岳山腹の広河原から白根御池への途中，1500 m 付近で変った腐生蘭をみつけた。山崎敬氏に調べていただいた所，今まで数回しか採集されたことがないアオキランであることがわかった。道の両側のウラジロモミ林の下の腐葉土の多い所にかなり多くはえていた。高さ 20 cm ほどの直立する無葉蘭で，茎は茶色がかった黄白色で，細い赤紫色の短い条線が多数縦に走り，上部に 3-5 個の花をつける。花は長さ約 2 cm，淡茶色がかった黄白色で赤紫色の斑点がある。

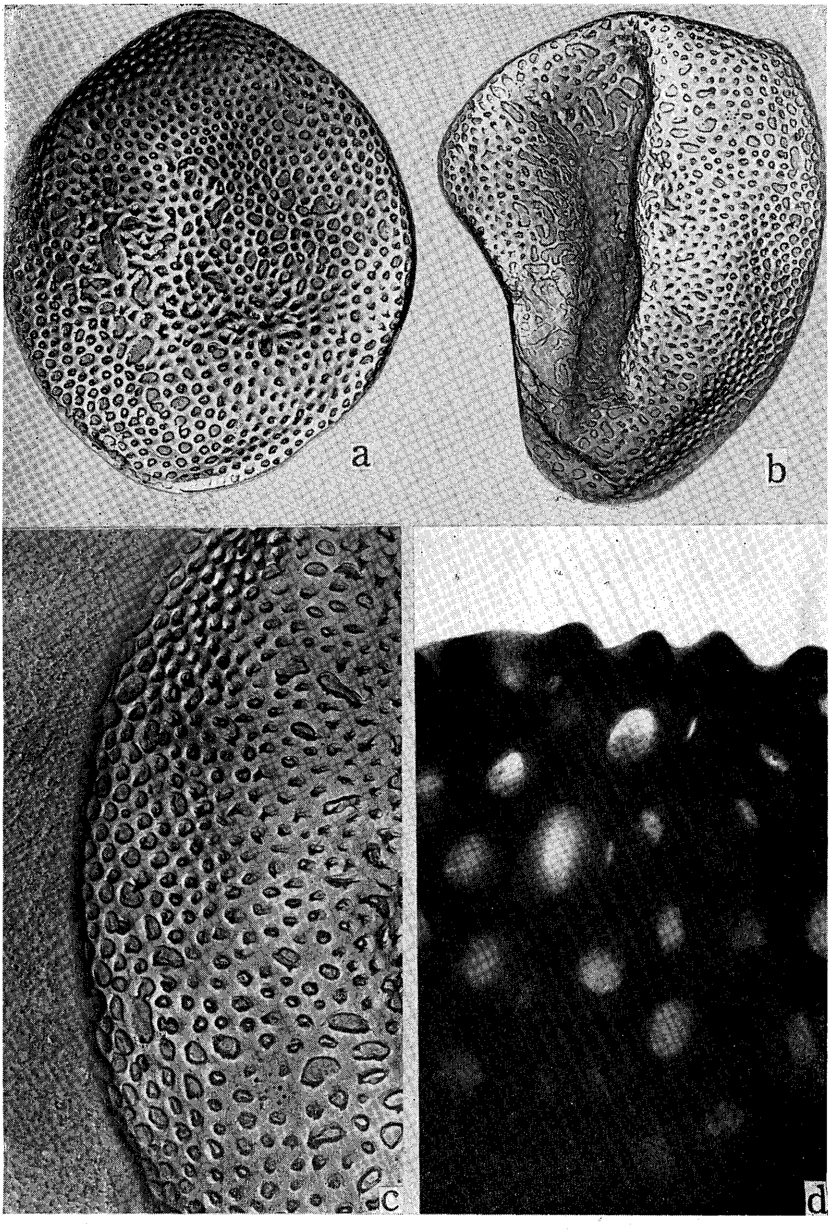
（東京都中野区上鷺宮 4 の 1-6 榎本一郎）



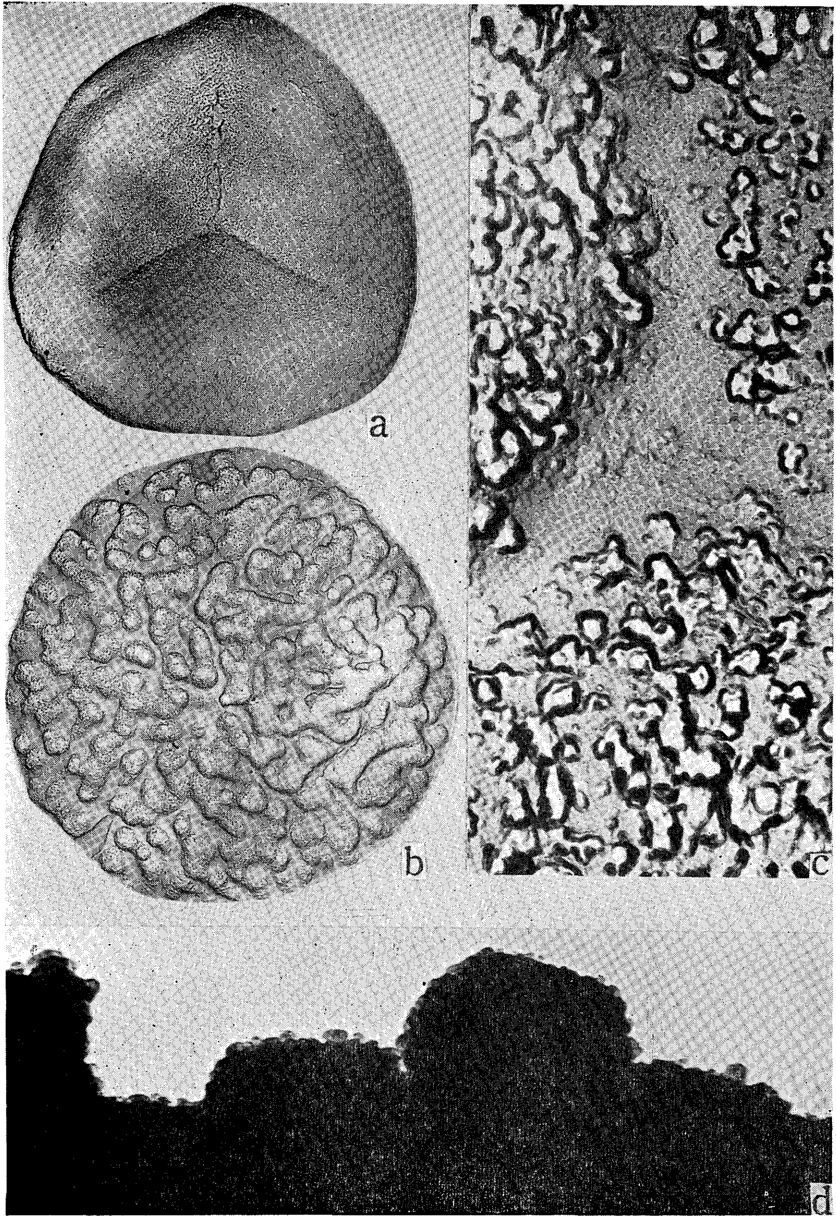
Epipogium japonicum. Pref. Yamanashi, Mt. Kitadake, Hirokawara, alt. 1500 m.

○ナヨテンマ *Gastrodia gracilis*　本年 6 月 23 日に千葉県成東に採集に行ったところ，みなれない腐生蘭があった。さっそく掘取って榎本一郎氏にみせたらナヨテンマではないかというので，東大で調べていただいたら，やはり榎本氏のみこみどうりナヨテンマであった。はえていた場所は，海岸の波打際から 50 m ほど入った松林の中で，ススキなどがまばらにはえている砂地である。茎は高さ 20 cm ほどで葉がなく，全体黄緑白色であり，上の方に 4-5 個の花をつけている。花は茶色がかった淡黄色，唇弁内側に橙色の隆起条がある。千葉県では昔清澄山で一度採集されたことがあるだけだという大変めずらしいものだというのでお知らせしておきます。

（東京都江戸川区北小岩 3 の 3-10 臼倉総一郎）



N. MIYOSHI: Spores in the Musci



N. MIYOSHI: Spores in the Musci